



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(21) Aktenzeichen: 196 21 034.8  
(22) Anmeldetag: 24. 5. 96  
(43) Offenlegungstag: 12. 12. 96

(31) Unionspriorität: (22) (23) (31)

09.06.95 FR 95 06975

(71) Anmelder:

Proteval S.A., Valenton, FR

(72) Vertreter:

Körner, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 80538 München

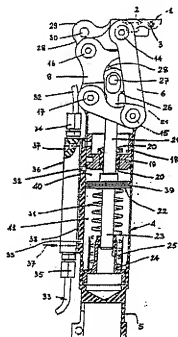
(72) Erfinder:

Henry, Philippe, Montgeron, FR; Audran, Jean-Yves,  
Sucy-en-Brie, FR

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Pneumatische-Kniegelenksprothese

(57) Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf pneumatische Prothesenteile für ein Kniegelenk mit einem Oberteil (1) zur Halterung eines Schaftees für einen Oberschenkelstumpf und einem Unterteil (4) zur Aufnahme eines Rohres, das in einem Fuß mit Fußgelenk endet, wobei die beiden Teile miteinander durch eine Anordnung von gelenkig gelagerten Schwingarmen (5, 7, 8, 9) verbunden sind, die ein verformbares Prisma bilden, und die Bewegung der zwei Teile zwischen einer stabilen Streckstellung und einer stabilen, vollständig gebeugten Stellung um eine variable Schwenkachse verschwenkbar sind, die von diesen Verbindungen (14, 15, 16, 17) definiert ist, gesteuert durch einen Pneumatikzylinder (42), der eine obere Kammer (40) und eine untere Kammer (41) aufweist, die voneinander durch einen Kolben (42) getrennt sind und miteinander durch eine Luftleitung (32, 33) regelbaren Strömungsvermögens verbunden sind. Bei dieser Prothesenteile ist in beiden stabilen Stellungen der Luftdruck in den beiden Kammern (40, 41) größer als 1000 hPa und liegt vorzugsweise zwischen 4000 und 7000 hPa (Fig. 1a).



Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 95 602 050/498

10/24

## Technologischer Hintergrund der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine pneumatische Kniegelenksprothese. Eine solche Prothese ist das wesentliche Element einer oberhalb des Knies ansetzenden Beinprothese, d. h. einer solchen, die einen Fuß, ein Fußgelenk, einen Unterschenkel, ein Kniegelenk und einen Schaft zur Aufnahme eines Oberschenkelstumpfes aufweist.

Der Patient kann an dieser Art Prothese eine Pendelbewegung ausführen. Wenn diese Bewegung in geeigneter Weise gesteuert wird, dann kann mit einer solchen Prothese ein relativ natürlicher Gang erzielt werden.

Im Stand der Technik sind bereits eine große Anzahl Einrichtungen zur Steuerung der Relativbewegung des Oberteils einer Beinprothese (die den genannten Schaft aufweist) gegenüber dem Unterteil (der mit den Unterschenkel verbunden ist) bekannt. Die Grundfunktion, die dieses Prothesenteil realisieren muß, ist die der Dämpfung und des Vortriebs, was gewöhnlich durch den Einsatz von Federn, hydraulischen oder pneumatischen Zylindern oder durch Kombinationen dieser Mittel erreicht wird.

Die GB-A-2 252 503 vom 12.08.1992 zeigt ein Beispiel des Einsatzes eines Pneumatikzylinders, um die Bewegung einer Prothese zu steuern. Das Öffnen des Ventils des Zylinders dieses Prothesenteils wird durch einen Mikroprozessor in Abhängigkeit von der Gehgeschwindigkeit gesteuert. Der Einsatz von Rechneinrichtungen zur Erzeugung der Stellbefehle für das Ventil des Zylinders in Abhängigkeit von einem Signal, das von einem Detektor für den Winkel zwischen dem Oberschenkel und dem Unterschenkel stammt, ermöglicht eine komplizierte Steuerung der Bewegungen. Dieses Knieprothesenteil ist jedoch um eine feste Drehachse gelenkig und besitzt daher Bewegungseigenschaften, die von denen eines menschlichen Knies sehr abweichen.

Aus der WO 93/22 991 vom 25.11.1993 ist ein mechanisches Gelenk bekannt, das die Kinematik des normalen menschlichen Knies nachahmt. Die Bewegung des unteren Gelenkteils wird durch Ansätze geführt, die sich längs bogenförmiger Rillen im Oberteil so bewegen, daß die Schwenkachse variabel und nicht mehr fest ist.

Die gleiche Kinematik kann man durch Verbindungsschwingarme erzielen, wie in der EP-A-0 590 386 vom 06.04.1994 der deutschen Firma Otto Bock Orthopädische Industrie dargestellt ist.

Die WO 92/22 267 vom 23.12.1992 zeigt schon eine gleichzeitige Umsetzung der vorgenannten Konzepte: variable Schwenkachse, die man durch einen Satz Schwingarme erhält, und pneumatischen Zylinder für die Dämpfung und den Vortrieb. Die Regelung der Bewegung und der Streckung des Gelenks erfolgt dabei unterschiedlich durch die Zirkulation eines Fluides in einem Hydraulikzylinder, der mittels Elektroventilen gesteuert wird.

Das pneumatische Prothesenteil für ein Kniegelenk, das von der Firma Proteval unter der Bezeichnung "Acaphend" auf dem Markt angeboten wird, weist die Vorteile der drei ersten genannten Vorrichtungen auf, dabei aber eine vollständig pneumatische und mechanische Realisierung, die daher einfacher und zuverlässiger ist.

In manchen Einsatzfällen, insbesondere beim Laufen, ist eine Prothese, die ein hydraulisches System enthält, besser geeignet. Die Vorrichtung, die in der WO 92/22 267 beschrieben ist, kann daher als ein guter Kompromiß angesehen werden. Die Flüssigkeitsmasse macht die Vorrichtung jedoch erheblich schwerer als eine vollständig pneumatische Vorrichtung, so daß ihr Träger schneller ermüdet.

Die EP-A-0 628 296 vom 14.12.1994 der Firma Chas. A. Blatchford & Sons zeigt ein Steuersystem für eine Prothese, die auf denselben Prinzipien wie jenes beruht, das in der GB-A-2 252 503 beschrieben ist. Der Patient trägt dabei zusätzlich ein gesondertes elektronisches Programmgerät. Es ist klar, daß die Möglichkeit, die notwendigen Einstellungen nicht mehr unmittelbar an dem Prothesenteil vornehmen zu müssen, für den Patienten ein wichtiger Komfortfaktor ist, dies umso mehr, als diese Einstellungen dann während der Gehphase zugänglich sind.

In Anbetracht dieses Standes der Technik, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Kniegelenksprothesenteil anzugeben, das eine vollständig mechanische und pneumatische Lösung ähnlich der unter dem Namen "Acaphend" bekannten Lösung erreicht, die darüberhinaus weitestgehend dieselben nach Wunsch regelbaren und einstellbaren Wirkungen wie die eines hydraulischen Kniegelenks hervorbringt. Indem sie einerseits den Komfort einer Fernregelung der orthopädischen Eigenschaften bietet, die elektronischen Systemen eigen ist, und andererseits die bei manchen sportlichen Aktivitäten notwendige Steifigkeit aufweist, die nur von hydraulischen Kniegelenken geboten wird, dabei aber leichter und zuverlässiger als letztere ist, bietet die Erfindung Vorteile, die im Stand der Technik ohne Vorbild sind.

## Allgemeine Beschreibung der Erfindung

Die Erfindung möchte also die Nachteile der Prothesenteile vermeiden, die in bekannten Kniegelenksprothesen eingesetzt sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein pneumatisches Prothesenteil für ein Kniegelenk anzugeben, in an sich bekannter Weise bestehend aus einem Oberteil zur Anbringung eines Schaftes zur Aufnahme eines Oberschenkelstumpfes, und einem Unterteil zur Aufnahme eines Rohres, das in einem Fuß mit Knöchel(gelenk) endet. In ebenfalls bekannter Weise sind diese beiden Teile miteinander durch eine Gruppe von Gelenkschwingarmen verbunden, die ein verformbares Prisma bilden. Die Relativbewegung der beiden Teile zwischen einer stabilen Streck- und einer stabilen Beugstellung um die variable Schwenkachse, die durch diese Verbindungen geschaffen ist, wird durch einen Pneumatikzylinder gesteuert. Die obere Kammer und die untere Kammer, die in diesem Zylinder durch einen Kolben voneinander abgeteilt sind, stehen miteinander durch eine Luftleitung variabler Durchflußleistung in Verbindung. Der Pneumatikzylinder hat die gewöhnliche Funktion der Dämpfung

am Ende der Bewegung und der Vorschüberzeugung durch Verdichtung von Luft für die Rückstellung des Gelenks aus der Beuge- in die Streckstellung.

Das prothetische Teil der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß in jeder der genannten stabilen Stellungen der Luftdruck in den vorgenannten Kammern größer als 1000 hPa ist und vorzugsweise zwischen 4000 und 7000 hPa liegt. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Man erkennt, daß aufgrund aller vorgenannten Besonderheiten für die Erfindung wichtig ist, daß wegen des Drucks der pneumatische Teil der Kniegelenkprothese dicht sein muß, und daß sie es ermöglicht nach Wunsch den Basisdruck im Innern des pneumatischen Systems zu ändern, und dieses im Augenblick von sportlichen Aktivitäten des Patienten.

Da der Parameter "Druck" vom Kompressionsvermögen des Gases abhängt, wird mit zunehmendem Ruhedruck und mit zunehmender Tendenz, daß das Gas inkompressibel wird, das pneumatische System umso mehr aktiver.

Wenn der Ruhedruck im Innern des pneumatischen Systems im wesentlichen gleich dem Atmosphärendruck ist, dann hat die Kniegelenkprothese nach der Erfindung die Eigenschaften des im orthopädischen Sinne klassischen pneumatischen Kniegelenks. Wenn hingegen der Ruhedruck im Innern des pneumatischen Systems größer als der atmosphärische Druck ist, dann hat die erfindungsgemäße Kniegelenkprothese die Fähigkeit, die schwingende Phase zu dämpfen, was in Richtung auf die Wirkungen des hydraulischen Kniegelenks zielt oder diese erreicht, je nach Größe des in das pneumatische System eingeleiteten Drucks.

Darüberhinaus erlaubt es die Erfindung dem Patienten nach Wunsch, den Druck nach seinen Erfordernissen zu regeln und einzustellen.

Anders gesagt, die Erfindung erlaubt die Polyvalenz: für das normale Gehen wählt der Patient vorzugsweise einen Druck, der im wesentlichen nahe dem atmosphärischen Druck ist, und wenn er sich einer Aktivität hingibt, die ihn zu kräftigeren Bewegungen an seinen unteren Gliedern zwingt, dann wählt der Patient einen stärkeren Druck, den er übrigens selbst in Abhängigkeit von der Intensität der aufzubringenden Kräfte regeln kann.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Die Fig. 1A und 1B sind jeweils Seitenansichten und Draufsichten des Prothesenteils gemäß der Erfindung in vollständig gestrecktem Zustand;

Fig. 2 ist ein Schema des pneumatischen Prinzips;

Fig. 3 ist eine schematische Darstellung der abgesetzten Regelvorrichtung für die orthopädischen Eigenschaften, und die

Fig. 4A bis 4E sind pneumatische Schemata einer Variante der Erfindung.

#### Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung

Die Bezugnahmen auf die Fig. 1A und 1B dienen der Erläuterung der verschiedenen Eigenschaften der Erfindung.

Der Oberteil der Gelenkprothese ist von einer Platine 1 gebildet, die ein Befestigungsloch 2 und Spannbolzen 3 für einen (nicht dargestellten) Aufnahmeschaft für einen Oberschenkelstumpf des Patienten aufweist.

Der Unterteil, der das obere Ende des künstlichen Unterschenkels bildet, besteht im wesentlichen aus einem Rohr 4. Er ist dazu bestimmt, in einer Buchse 5 ein Rohr aufzunehmen, das in einem Fuß mit Fußgelenk (nicht dargestellt) endet.

Die Platine 1 und das Rohr 4 sind miteinander durch vordere und hintere Schwingarme 6, 7 bzw. 8, 9 verbunden, die ein verformbares Prisma bilden. Diese vorderen und hinteren Verbindungselemente sind um Achsen 10, 11, 12 und 13 gelagert, die von Lagern 14 und 15 gehalten sind, die vor der Platine 1 bzw. dem Oberteil des Rohres 4 angeordnet sind, sowie von Lagern 16 und 17 gehalten sind, die hinter der Platine bzw. dem Oberteil des Rohres angeordnet sind. Die hinteren Schwingarme 8, 9 sind fest miteinander verbunden und bilden einen einstückigen Bügel. Die Lager 14, 15, 16 und 17 sind Kugelwälzlager. Eine solche Anordnung erlaubt eine Bewegung des Oberteils der Prothese gegenüber ihrem Unterteil um eine variable Schwenkachse analog der Bewegung des Oberschenkels gegenüber dem Unterschenkel um das menschliche Kniegelenk zwischen einer vollständig gestreckten Stellung (Unterschenkel ausgestreckt) und einer vollständig gebeugten Stellung (Unterschenkel angewinkelt). In der vollständig gestreckten Stellung soll der Unterschenkel steif sein und darf bei Belastung nicht einknicken. In den Schwenkphasen des Unterschenkels während des Gehens oder Laufens muß der Unterschenkel aufeinanderfolgend nach vorne und nach hinten bewegt werden können.

Bei der dem prothetischen Teil nach der Erfindung wird die Dämpfungs- und die Vortriebsfunktion in bekannter Weise durch einen pneumatischen Zylinder realisiert, dessen Körper von dem Rohr 4 des Unterschenkelements gebildet ist. Das Rohr 4 ist an seinem unteren Ende durch die Buchse 5 verschlossen, die zugleich als Anschlußstück für die prothetischen Elemente des Unterarms des Unterschenkels dient. Der Oberteil des Rohres 4 ist von einem Stopfen 18 verschlossen, der ein Lager 19 und eine unter Öldruck stehende Doppeldichtung 20 für den Durchgang einer oberen Stange 21 eines Kolbens 22 enthält. Der Kolben 22 weist ferner eine untere Stange 23 auf, die in einem Halter 24 gleitet, der mit einem Lager 25 versehen und auf der Buchse 5 befestigt ist, um eine geeignete Führung in dem Rohr 4 sicherzustellen.

Die obere Stange 21 kann ein von der unteren Stange 23 gesondertes Teil sein, jedoch bilden die zwei Stangen 21 und 23 vorteilhafterweise ein einstückiges Bauelement, und dieses durchquert somit das Lager 19 des Stopfens 18 und auch den Kolben 22, der auf der Stange 21, 23 befestigt ist.

Die obere Stange 21 ist mit einem Bügel 26 versehen, in dessen Innern um eine Achse mit Lager 27 ein

Schwingarm 28 gelenkig gelagert ist, der die Verbindung mit der oberen Platine 1 herstellt, die einen Bügel 29 trägt, der mit einem Lager 30 versehen ist.

Die Luft, die in der unteren Kammer 41 des pneumatischen Zylinders, d.h. in jener Kammer, die von dem Kolben 22 und der Buchse 5 begrenzt ist, eingeschlossen ist, hält die Platine 1 entweder in der vollständig gestreckten Stellung, die in Fig. 1 dargestellt ist (Verbindungsschwingarm 28 hinter dem Gelenk 14 der vorderen Schwingarme 6, 7, an der Platine 1) oder in der vollständig gebeugten Stellung (Verbindungsschwingarm 28 vor dem genannten Gelenk 14). Eine Druckfeder 31 trägt dazu bei, die Stabilität der Anordnung aus Kolben 22 und Stange(n) 21, 23 in jeder dieser zwei Ruhstellungen aufrechtzuerhalten.

Die komprimierte Luft, die in der oberen Kammer 40 des Zylinders, d.h. jener, die vom Kolben 22 und dem Stopfen 18 begrenzt ist, eingeschlossen ist, ermöglicht eine Dämpfung der Bewegung am Ende der Beugung oder Streckung.

Die unteren und oberen Kammern 41 und 40 stehen durch eine Luftleitung 32, 33 miteinander in Verbindung, die am Körper des Zylinders mittels Fittings 34, 35 angeschlossen ist, die in ein hohes, quaderförmiges Teil 36 geschraubt sind, das von vier Schrauben 37 am Rohr 4 festgeschraubt ist, das örtlich abgeflacht und in Höhe der Kammern durchbohrt ist. Eine Gummiabdichtung 38 stellt den dichten Abschuß sicher.

Der Kolben 22 weist weiterhin eine Umfangsringdichtung 39 auf, auf die beiden Kammern 40 und 41 voneinander zu trennen.

Eine perfekte Dichtung an allen Punkten ist tatsächlich eine wichtige Bedingung für die einwandfreie Funktion der vorliegenden Erfindung, die nun unter Bezugnahme insbesondere auf die Fig. 2 erläutert werden soll.

In dieser Fig. 2 sind schematisch die oberen und unteren, vom Kolben 22 im pneumatischen Zylinder 42 voneinander getrennten Kammern 40 und 41 dargestellt. Diese zwei Kammern sind miteinander durch die Luftleitung 32, 33 verbunden.

In bekannten Ausführungsformen nach dem Stand der Technik sind im Ruhezustand der Prothese (vollständig gestreckter oder gebeugter Zustand) und in oberer Stellung des Kolbens der Druck P1 in der oberen Kammer und der Druck P2 in der unteren Kammer auf gleichem Druck P0, der gleich dem atmosphärischen Druck PA ( $10^5$  hPa) ist.

Nimmt man an, daß die Luftleitung 32, 33, die die Kammern 40 und 41 miteinander verbindet, geschlossen ist, wenn der Kolben 22 im Zylinder 42 sich nach unten bewegt, dann nimmt der Druck P2 zu und der Druck P1 ab. Eine einfache Rechnung unter Anwendung der Gasgesetze bei konstanter Temperatur zeigt, daß wenn der Kolben 22 sich um  $\Delta x$  bewegt, die Druckdifferenz  $\Delta P$  zwischen den zwei Seiten des Kolbens proportional  $P0 \Delta x$  ist.

Wenn  $P0 = PA$ , dann ist bis zu Schwenkwinkeln in der Größenordnung von  $30^\circ$  oder  $40^\circ$  der Platine 1 gegenüber ihrer horizontalen Ruhstellung, d.h. eine Verschwenkung, die das Absteigen des Kolbens 22 hervorruft, die Differenz  $\Delta P$  so klein, daß die Rückstellkraft nicht die gewünschte Größe hat.

Wenn andererseits  $P1 = P2 = P0 = 7 \cdot 10^5$  hPa, dann wird für dasselbe Absteigen des Kolbens 22, d.h. eine Verschwenkung in der Größenordnung von  $30^\circ$ , eine Differenz  $\Delta P$  in der Größenordnung von 6000 hPa erzeugt. Die Rückstellkraft ist somit groß und die Vortriebswirkung beachtlich, selbst wenn der Schwenkwinkel klein, d.h. in der Größenordnung von einigen Grad ist.

Die Erfindung besteht daher gemäß einer ihrer wesentlichen Aspekte darin, die Luftleitung 32, 33 über eine Rückschlagklappe 43 mit der äußeren Umgebung zu verbinden. Es ist auf diese Weise möglich, die Außenluft in den Kammern 40, 41 mit Hilfe einer äußeren Pumpvorrichtung zum komprimieren.

Die Rückschlagklappe 43 kann einfach von einem Gummilappen oder von einer Art Fahrradschlauch gebildet sein und sie enthält daher auch eine Engstelle 44. Die Pumpvorrichtung kann eine einfache, klassische Fahrradpumpe sein oder auch ein Manometer enthalten.

Das Pumpen auf einen mehr oder weniger großen Druck erlaubt es dem Patienten auf eine sehr einfache Weise, die orthopädischen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Prothesenteils für ein Kniegelenk in Abhängigkeit von seinen Bedürfnissen zu verändern.

Wenn der Ruhedruck im Innern des pneumatischen Systems im wesentlichen gleich dem atmosphärischen Druck ist, dann hat das Kniegelenk die Eigenschaften eines im orthopädischen Sinne klassischen pneumatischen Kniegelenks, und wenn der Ruhedruck im Innern des pneumatischen Systems über dem atmosphärischen Druck liegt, dann hat das Kniegelenk die Eigenschaft, die Schwingphase zu dämpfen, die in Richtung auf die Wirkungen des hydraulischen Kniegelenks zielen oder diese aufweisen, je nach Höhe des in das System eingeleiteten Drucks, wobei der Druckpegel nach Wunsch regelbar und einstellbar ist.

Die Dämpfungsregelung der Vorrichtung wird getrennt für die Beugungsbewegung und die Streckbewegung aufgrund zweier Ventile geregelt, die parallel zu Rückschlagklappen angeordnet sind.

Der Zweig 32 der Luftleitung, der die obere Kammer 40 mit dem äußeren Ventil 43, 44 verbindet, weist ein Ventil 45 für die Beugungsbewegung auf, das den Luftdurchsatz regelt, wenn das Gas aus der oberen Kammer 40 in Richtung auf die untere Kammer 41 strömt. Damit dieses Ventil keinerlei Einfluß auf die Luftströmung hat, die im umgekehrten Sinne verläuft, ist eine Rückschlagklappe 46 so angeordnet, daß sie im letztgenannten Sinne eine freie Gasströmung ermöglicht. Umgekehrt weist der Zweig 33 der Luftleitung, die die untere Kammer 41 mit dem äußeren Ventil 43, 44 verbindet, ein Ventil 47 für die Streckbewegung auf, das den Luftdurchsatz regelt, wenn das Gas von der unteren Kammer 41 in Richtung auf die obere Kammer strömt. Ein Rückschlagklappe 48 erlaubt die freie Luftströmung in der anderen Richtung.

Die umgekehrte Anordnung der zwei Klappen 46, 48 erlaubt somit eine vollständige Entkopplung der Wirkung der zwei Ventile 45, 47.

In klassischer Weise können die zwei Ventile 45, 47 durch Rollen gesteuert werden, die in Höhe des Unterschenkels angeordnet sind.

Für einen größeren Komfort bei der Benutzung und gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung, können die

Steuerungen für die Ventile 45, 47 abgesetzt in Höhe des Schaftes der Prothese oder am Gürtel des Benutzers der Prothese angeordnet sein. Dieses Merkmal soll nun unter Bezugnahme auf Fig. 3 näher erläutert werden.

Fig. 3 zeigt, daß die zwei Zweige 32, 33 der Luftleitung von flexiblen Schläuchen 49, 50 gebildet sind, die den pneumatischen Zylinder 42 mit den abgesetzt angeordneten Regelorganen 51 verbunden sind.

Das T-förmige Kupplungsstück 52, 53, 54 erlaubt es, die zwei Schläuche 49, 50 der Luftleitung anzuschließen und zwei Rändel-Nadelschrauben 55, 56 aufzunehmen, die jeweils eine Ventilöffnung und ein Rückschlagventil bilden, sowie ein Aufpumpventil 57 anzuschließen.

Die Nadelschrauben 55, 56 können durch Kontermuttern 58, 59 in der gewünschten Regelposition festgelegt werden. Sie können auch Einrichtungen zum Markieren oder Realisieren mehrerer vorbestimmter Einstellungen aufweisen, wie beispielsweise Rastkerben oder dgl.

Alternativ können die Nadelschrauben durch andere in mehreren Positionen einstellbaren Verschleißorganen versetzt sein, die mehr oder weniger große Kanäle für den Durchgang von Gas freilassen. Vorzugsweise haben diese Verschleißorgane eine Stellung für den normalen Betrieb und wenigstens eine weitere Stellung, die für zu liefernde Kraftwirkungen speziell eingerichtet ist, beispielsweise für das Laufen oder sogar für das Bergsteigen, für sportliche Betätigung, wo es unter manchen Umständen notwendig ist, daß der Unterschenkel während einer verlängerten Zeit möglichst steif ist.

Gemäß einer anderen Variante einer Erfindung kann die Außenluft durch das prothetische Teil selbst komprimiert werden, das somit die Aufgabe der Pumpe übernimmt (Selbstaufpumpen). Diese Pumpe kann eine integrierte Entlüftungseinrichtung aufweisen.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 4A bis 4E werden die unterschiedlichen Funktionsarten des prothetischen Teils gemäß dieser Variante der Erfindung mit Hilfe der nachfolgenden Tabellen 1 bis 5 erläutert.

In Fig. 4A, die die Biegung beschreibt, bei der daher die Bewegung des Kolbens eine absteigende ist, wie durch den Pfeil 60 dargestellt ist, strömt die Luft von der unteren Kammer 41 in Richtung auf die obere Kammer 40, was durch die Pfeile dargestellt ist.

Fig. 4B beschreibt die Streckung, bei der folglich die Bewegung des Kolbens eine ansteigende Bewegung ist, die durch den Pfeil 61 dargestellt ist, und die Luftströmung verläuft von der oberen Kammer 40 in Richtung auf die untere Kammer 41, was wiederum durch die Pfeile dargestellt ist.

Fig. 4C beschreibt das Aufpumpen der zwei Kammern 40 und 41, die den pneumatischen Zylinder 42 bilden, auf gleichen Druck mit Hilfe einer Pumpvorrichtung 62, die mannell oder anders sein kann, wenn das Kniegelenk in Ruhe ist, wobei die eingepumpte Luftströmung wieder durch Pfeile dargestellt ist.

Fig. 4D zeigt das Selbstaufpumpen des prothetischen Teils nach der Erfindung durch alternierende Beuge- und Streckbewegungen des Unterschenkels, wobei der Verlauf der Luftströmung so dargestellt ist, daß die gleichzeitige Bewegung des Kolbens 22 die absteigende Bewegung ist (Beugung), in welchem Falle die Außenluft durch das Ventil 44 bis in die obere Kammer 40 angesaugt wird, die gegenüber der unteren Kammer 41 Unterdruck aufweist, bzw. eine aufsteigende Bewegung (Streckung) ist, in welchem Falle die in der oberen Kammer 40 vorhandene Luft in die untere Kammer 41 überführt wird, deren Innendruck somit gegenüber der Anfangssituation merklich ansteigt, usw.

In Fig. 4E ist die Entleerung des Systems über das Ventil 63 dargestellt, das somit offen ist, während sich das Kniegelenk in Ruheposition befindet.

Die Tabellen 1 bis 5 beschreiben die Stellungen der Ventile 45, 47, 44 und 63 in Beziehung zu den Vorgängen in den Leitungen gemäß den Fig. 4A bis 4E.

Tabelle

## 1) Beugung

5		Zustand der Ventile			
		45	47	44	63
	Max. Öffnung				
10	Regelung	X	X		
	Schließung			X	X

## 2) Streckung

15		Zustand der Ventile			
		45	47	44	63
	Max. Öffnung				
20	Regelung	X	X		
	Schließung			X	X

## 3) Aufpumpen mit Pumpe

		Zustand der Ventile			
		45	47	44	63
30	Max. Öffnung	X	X	X	
	Regelung				
35	Schließung				X

## 4) Selbstaufpumpen

40		Zustand der Ventile			
		45	47	44	63
	Max. Öffnung	X		X	
45	Regelung				
	Schließung		X		X

## 5) Entleerung des Systems

50		Zustand der Ventile			
		45	47	44	63
55	Max. Öffnung	X	X		X
	Regelung				
60	Schließung			X	

## Patentansprüche

1. Pneumatische Prothesenteil für ein Kniegelenk, mit einem Oberteil zur Halterung eines Schaftes für die Aufnahme eines Oberschenkelstumpfes und einem Unterteil (4) zur Aufnahme eines Rohres, das in einem Fuß mit Knöchel bzw. Fußgelenk endet und die miteinander durch eine Anordnung gelenkig gelagerter Schwingarme (6, 7, 8, 9) verbunden sind, die ein verformbares Prisma bilden, wobei die beiden Teile zwischen einer stabilen Streckstellung und einer stabilen, vollständig gebeugten Stellung um eine variable,

- von diesen Verbindungen (14, 15, 16, 17) bestimmten Schwenkachse verschwenkbar sind, und das durch einen pneumatischen Zylinder (42) gesteuert wird, der eine obere Kammer (40) und eine untere Kammer (41) aufweist, die durch einen Kolben (22) voneinander angrenzten sind und miteinander über eine Luftleitung (32, 33) regelbaren Durchlaßvermögens verbunden sind, welcher Zylinder eine Dämpfungsfunktion am Ende der Bewegung und eine Vorschubbewegung durch Kompression von Luft ausübt, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder der genannten stabilen Stellungen der Luftdruck in den genannten Kammern (40, 41) größer als 1000 hPa ist und vorzugsweise zwischen 4000 und 7000 hPa liegt.
2. Prothetisches Teil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftleitung (32, 33) mit der Umgebungsluft über eine erste Rückschlagklappe (43) zum Aufpumpen verbunden ist.
3. Prothetisches Teil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Zweig (32) der Luftleitung (32, 33), der die obere Kammer (40) mit der ersten Klappe (43) verbindet, eine zweite Rückschlagklappe (46) und ein erstes dazu paralleles Ventil (45) aufweist, und daß ein zweiter Zweig (33) der Luftleitung (32, 33) der die untere Kammer (41) mit der ersten Klappe (43) verbindet, eine dritte Rückschlagklappe (48) und ein zweites, parallel dazu angeordnetes Ventil (47) aufweist.
4. Prothetisches Teil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Zweige (32, 33) der Luftleitung von flexiblen Schläuchen (49, 50) ausreichender Länge gebildet sind, um die Steuerung der ersten und zweiten Ventile (45, 47) von dem genannten Aufnahmeschaft oder einem Leibriemen bzw. Gürtel aus zu ermöglichen.
5. Prothetisches Teil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerung der Ventile (45, 47) mehrere, vorzugsweise zwei vorbestimmte Regelungen umfaßt.
6. Prothetisches Teil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventile (45, 47) von einem Schließer mit mehreren, vorzugsweise zwei Stellungen gebildet sind.
7. Prothetisches Teil nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der den Kammern (40, 41) gewünschte Druck durch Kompression von Außenluft mittels einer angeschlossenen Pumpvorrichtung erzielt ist.
8. Prothetisches Teil nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenluft in den Kammern (40, 41) aufgrund eines Satzes Ventile und Rückschlagklappen bei Einsatz des genannten prothetischen Teils wie eine Pumpe komprimiert wird.
9. Prothetisches Teil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der pneumatische Zylinder (42) einen integrierten Abfluß aufweist.
10. Prothetisches Teil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (22) des pneumatischen Zylinders (42) mit dem Oberteil (1) über eine obere Stange (21) verbunden ist, die die obere Wand der oberen Kammer (40) in einem Lager (19) durchdringt, das mit einer unter Öldruck stehenden Doppeldichtung (20) ausgerüstet ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



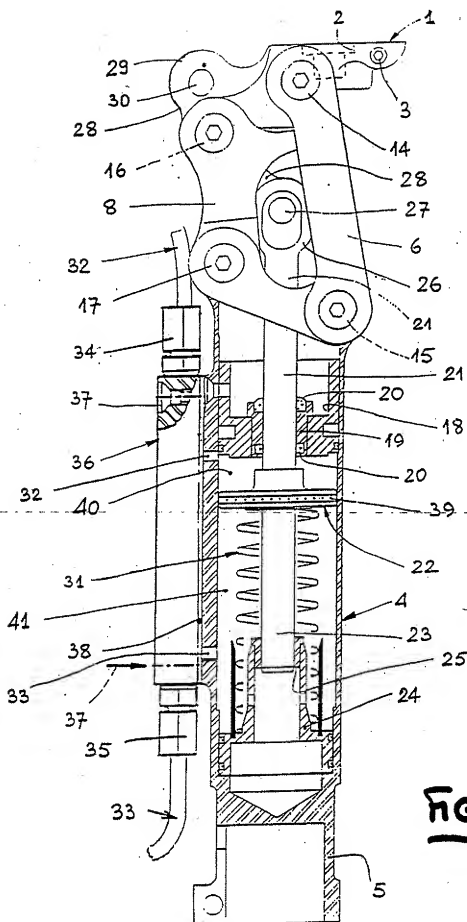


Fig. 1A

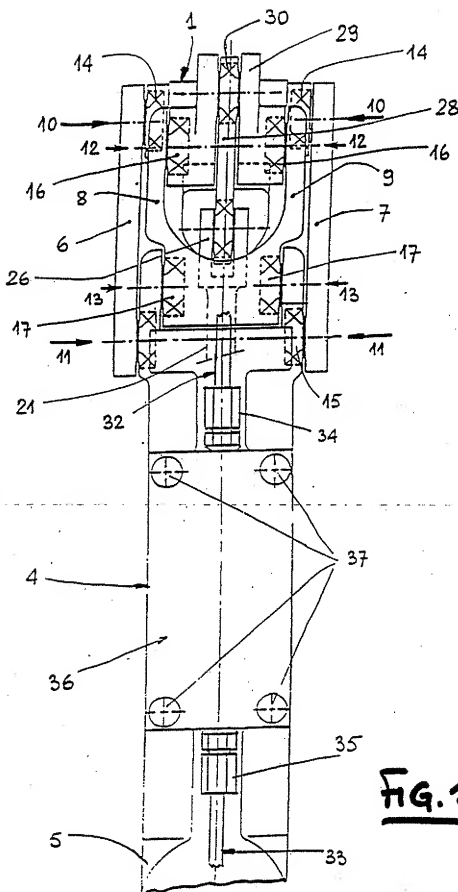
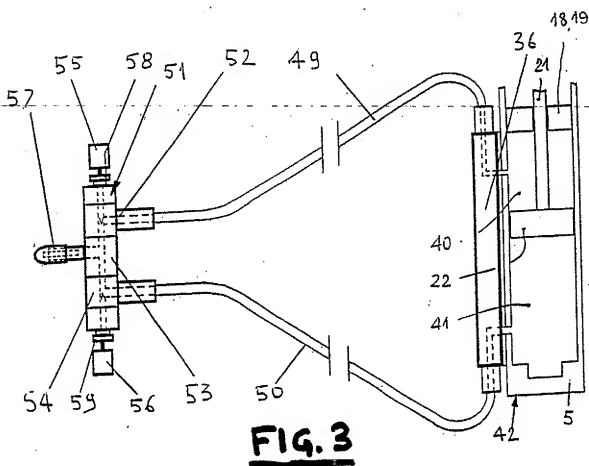
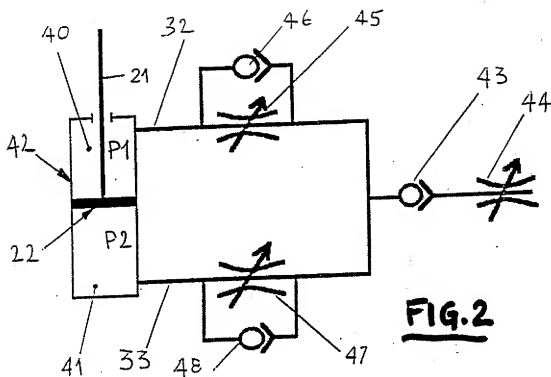
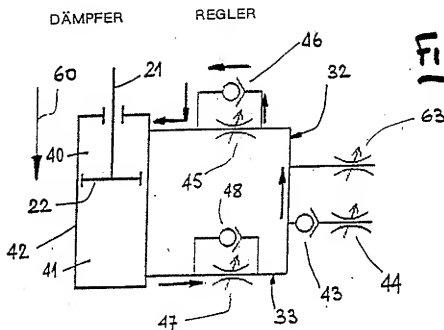


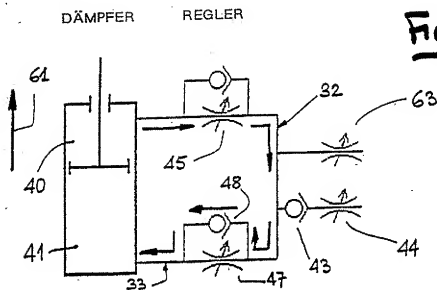
Fig. 1B

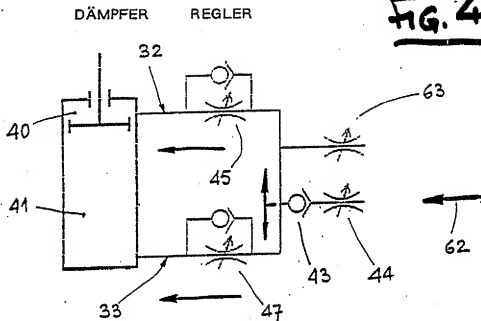


BEUGUNG

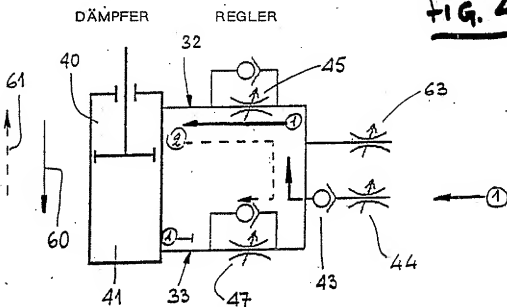


STRECKUNG



AUFPUMPEN MANUELL  
 (Gelenk in Ruhelage)


## SELBSTAUFPUMPEN



SYSTEMENTLEERUNG

(Gelenk in Ruhelage)

**FIG. 4E**

